

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-96778

(43)公開日 平成10年(1998)4月14日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 1 S 17/08
A 0 1 B 69/00

識別記号
3 0 3

F I
G 0 1 S 17/08
A 0 1 B 69/00
3 0 3 K

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-251073

(22)出願日 平成8年(1996)9月24日

(71)出願人 000001052
株式会社クボタ
大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号

(72)発明者 足立 正
兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社
クボタ技術開発研究所内

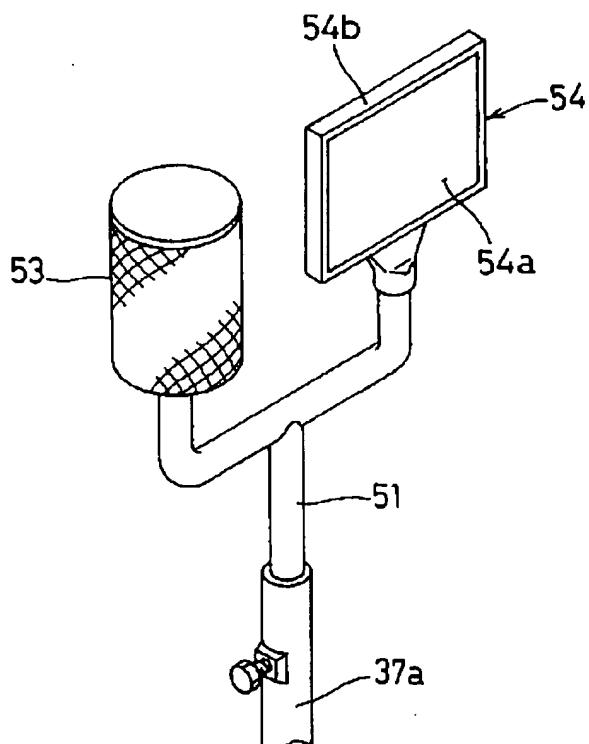
(74)代理人 弁理士 北村 修 (外1名)

(54)【発明の名称】 测距装置

(57)【要約】

【課題】 测距装置において測距精度の向上と測定時間の短縮を図る。

【解決手段】 测距装置に、測距対象に向けてパルス状の光線を投射する第1測距用光源FLと、測距対象に向けて設定周期の基準信号にて変調された光線を投射する第2測距用光源SLと、前記測距対象からの反射光を検出する受光手段62と、第1測距用光源FLから前記パルス状の光線を投射した後、前記測距対象にて反射された反射光を前記受光手段62が検出するまでの時間を計測する計時手段69と、第2測距用光源SLから出射して、前記測距対象にて反射された反射光による受光手段62の検出信号と、前記基準信号との位相差を検出する位相差検出手段FDと、計時手段69の計時情報から求めた前記測距対象までの絶対的な距離情報と、位相差検出手段FDの検出情報から求めた距離情報とによって、前記測距対象までの距離を演算する距離演算手段DDが設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 測距対象に向けてパルス状の光線を投射する第1測距用光源（F L）と、測距対象に向けて設定周期の基準信号にて変調された光線を投射する第2測距用光源（S L）と、前記測距対象からの反射光を検出する受光手段（6 2）と、前記第1測距用光源（F L）から前記パルス状の光線を投射した後、前記測距対象にて反射された反射光を前記受光手段（6 2）が検出するまでの時間を計測する計時手段（6 9）と、前記第2測距用光源（S L）から出射して、前記測距対象にて反射された反射光による前記受光手段（6 2）の検出信号と、前記基準信号との位相差を検出する位相差検出手段（F D）と、前記計時手段（6 9）の計時情報から求めた前記測距対象までの絶対的な距離情報と、前記位相差検出手段（F D）の検出情報から求めた距離情報とによって、前記測距対象までの距離を演算する距離演算手段（D D）が設けられた測距装置。

【請求項2】 前記位相差検出手段（F D）は、ヘテロダイイン検波により前記位相差を検出するように構成されている請求項1記載の測距装置。

【請求項3】 前記第1測距用光源（F L）と前記第2測距用光源（S L）とが、強度変調可能な单一の発光装置（6 0）を備えて兼用構成され、前記発光装置（6 0）に対して、パルス状の信号と前記基準信号とによって、前記パルス状の信号による変調強度が大となる状態で強度変調をかける変調装置（A M）が備えられている請求項1又は2記載の測距装置。

【請求項4】 前記変調装置（A M）は、前記パルス状の信号を、予定する最大測定距離離れて位置する前記測距対象までの光の往復時間よりも長い時間幅で繰り返す周期信号としている請求項3記載の測距装置。

【請求項5】 前記変調装置（A M）は、前記パルス状の信号と前記基準信号とを同期させた状態で、前記発光装置（6 0）に変調をかけるように構成されている請求項3又は4記載の測距装置。

【請求項6】 前記発光装置（6 0）は、半導体レーザ素子（L D）にて構成されている請求項3～5のいずれか1項に記載の測距装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、測距対象に向けて光線を投射し、測距対象からの反射光を検出して、測距対象までの距離を検出する測距装置に関する。

【0002】

【従来の技術】かかる測距装置としては、従来、測距対象に向けて光線を投射してから、その光線が測距対象で反射して戻ってくるまでの時間を測定し、その時間と光

の速さとから測距対象までの距離を求める方式（以下、「T O F方式」と略記する）と、測距対象に向けて一定周波数の信号で変調した光線を投射して、測距対象で反射して戻ってきた光線を検出し、その検出信号と上記一定周波数の信号との位相差から測距対象までの距離を求める方式（以下、「位相比較方式」と略記する）とが考えられている。

【0003】位相比較方式の場合では、位相差が $0 \sim 2\pi$ （1周期）の範囲でしか検出できないことから、原則として測定対象までの往復距離が上記変調周波数の1周期に対応する距離以内に制限される。つまり、測距対象までの距離Dは、第2測距用光源での変調信号の波長を入とすると、

$$D = (n \times \lambda + \phi) / 2 \quad (n \text{は} 0 \text{以上の整数})$$

と表されるが、位相比較方式で求まるのは、上式のうちの位相差に対応する距離 ϕ のみであるので、原則として $n = 0$ すなわち最大で $\lambda / 2$ の範囲に制限される。この範囲を超えて測距を行う場合は、従来、 λ を複数に変化させて、夫々 ϕ を測定し、その測定結果から整数nを特定して、距離Dを求めていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来構成では、T O F方式の場合では、時間の測定精度のわりに光の速さが速いことから、測距精度が低くなってしまう不都合があり、位相比較方式の場合では、測定精度は高いものの、原則として測距範囲に制限を受け、その制限を超えて測距するときは、測定条件を複数に変化させて必要があり、測定時間が長くなる不都合があった。本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、可及的に測距精度の向上と測定時間の短縮を図る点にある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記請求項1記載の構成を備えることにより、第1測距用光源から投射されたパルス状の光線は、測距対象にて反射されて受光手段に入射する。上記パルス状の光線が第1測距用光源から投射されてから、受光手段に入射して検出されるまでの時間は、計時手段にて計測されている。一方、第2測距用光源からは、設定周期の基準信号にて変調された光線が測距対象に向けて照射され、測距対象で反射して受光手段に入射する。この受光手段の検出信号は、位相差検出手段によって、上記基準信号との位相差が検出される。

【0006】計時手段の計測情報と光の速さとからは、測距対象までの絶対的な距離情報が求まり、位相差検出手段の検出情報からは、基準信号の1周期に対応する距離内の距離情報（厳密には往復距離情報）が求まる。距離演算手段は、これらの距離情報から測距対象までの距離を演算する。つまり、測距対象までの距離Dは、位相差検出手段が検出する位相差に対応する距離を ϕ_1 、投射された光線における基準信号の繰り返し信号間の距

離(波長に対応)を入₁ とすると、

$$D = (n_1 \times \lambda_1 + \phi_1) / 2 \quad (1) \text{式}$$

と表されるが、この(1)式のDに、計時手段の計測情報(t)と光の速さ(c)とから求めた測距対象までの絶対的な距離情報D' (= t × c / 2)を代入することでn₁を特定でき、測距対象までの距離Dが求まる。

【0007】従って、計時手段の計測情報から求めた絶対的な距離情報に多少の誤差があっても、n₁の特定に影響するほどの誤差とならないように設定しておけば、距離 ϕ_1 の測定精度が良いことから、距離Dを精度良く求めることができる。もって、計時手段の計測情報から求めた絶対的な距離情報及び位相差検出手段の検出情報から求めた距離情報夫々の特質を生かしながら結合することによって、可及的に測距精度の向上と測定時間の短縮を図れる測距装置を提供するに至った。

【0008】又、上記請求項2記載の構成を備えることにより、位相差検出手段は、ヘテロダイン検波により、受光手段の検出信号と上記基準信号との位相差を検出する。測距分解能を向上するには、基準信号の周波数を高くすれば良いが、一般に、周波数を高くするほど位相差検出手段による位相差の検出が困難となるので、ヘテロダイン検波によって位相差の検出の対象となる信号の周波数を下げることで、位相差検出手段による位相差の検出を容易に行える。

【0009】又、上記請求項3記載の構成を備えることにより、第1測距用光源と第2測距用光源とが、強度変調可能な単一の発光装置を備えて兼用構成されているので、装置構成の小型化及び簡素化を図ると共に、第1測距用光源及び第2測距用光源の光路が単一となるので、測距装置の取り付け調整等も容易となる。尚、第1測距用光源の機能に対応するパルス状の信号は、変調装置によって、第2測距用光源の機能に対応する基準信号よりも変調強度が大となる状態で強度変調されるので、単一の発光装置にて第1測距用光源及び第2測距用光源の機能を兼ね備えさせても、的確に計時手段による計時及び位相差検出手段により位相差の検出を行える。

【0010】又、上記請求項4記載の構成を備えることにより、変調装置は、第1測距用光源の機能に対応するパルス状の信号を、予定する最大測定距離離れて位置する測距対象までの光の往復時間よりも長い時間幅で繰り返す周期信号としているので、絶対的な距離情報を繰り返し求めることができ、多数のデータを利用して精度向上を図れる。

【0011】又、上記請求項5記載の構成を備えることにより、第1測距用光源の機能に対応するパルス状の信号と、第2測距用光源の機能に対応する基準信号とが同期しが状態で、発光装置に変調がかけられるので、測距対象からの反射光を検出した受光手段の検出信号において、上記のパルス状の信号に対応する成分と基準信号に対応する成分とを分離したときに、非同期で混合されて

いるものに較べて分離後の信号を滑らかなものにし易く、測定精度の向上に寄与する。又、上記請求項6記載の構成を備えることにより、発光装置として半導体レーザ素子が備えられる。半導体レーザ素子は、注入電流により容易に強度変調をかけることができる所以取扱いが容易であり、又、出射光に指向性があるので、測距用光源に好適である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、耕耘装置6を取り付けた農用トラクターV(以後、作業車Vという)が、圃場F内に設けた複数個の作業行程Lに沿って自動走行しながら、耕耘作業等を行うときの、作業車Vの測位に適用した場合について説明する。

【0013】圃場Fの外側には、図2及び図4に示すように、レーザ測位装置40が、水平面内における位置が判っている地上側の設定基準位置に設置されている。レーザ測位装置40は、作業車Vまでの距離を測定すると共に、レーザ測位装置40に対する作業車Vの存在方位を測定して、作業車Vの存在位置を測定するものであり、このため、ビーム光を水平方向に回転走査自在に構成され、そのビーム光が作業車Vに備えられた回帰反射体53にて反射されて戻ってきた光を検出して、作業車Vまでの距離とビーム光が反射してきたときのビーム光の走査角とから、作業車Vの位置測定を行う。

【0014】回帰反射体53は、いわゆるコーナーキューブの反射面に相当するものを円筒の周面に多数配列したものであり、ビーム光が飛来して来た方向にそのビーム光を反射する。回帰反射体53は、後述する受光器54と共に二股状の支持アーム51に取り付けられ、支持アーム51は、図2等に示すように、耕耘装置6側に取り付けられている支持筒37aに内嵌状態で支持されネジ止め固定される。

【0015】レーザ測位装置40には、図4(イ)に示すように、半導体レーザ素子LDにて構成される発光装置60と、発光装置60の出射光を平行光にするコリメートレンズ61と、作業車Vからの反射光を検出する受光手段としての受光素子62と、作業車Vからの反射光を受光素子62に導くビームスプリッタ63と、発光装置60の出射光の向きを90度偏向して水平方向に投射させ且つ図示しないモータによって縦軸芯周りに回転駆動される反射鏡64と、その反射鏡64の回転角を検出するロータリエンコーダ65とが設けられており、反射鏡64を回転駆動することによって、発光装置60の出射光を水平方向に回転走査自在としている。

【0016】この他、レーザ測位装置40には、図4(イ)に示す発光装置60の駆動回路及び受光素子62の検出信号の信号処理回路等が備えられている。以下、これらの回路の作動について説明する。発光装置60は、図4(ロ)に示すように、第1発振回路66による数百MHz程度の正弦波信号(同図(ロ)において

「A」で示す)と、パルス発振回路67による数μs～十数μs程度の繰り返し周期のパルス信号(同図(ロ))において「B」で示す)とが足し合わされた信号で駆動され、この結果、発光装置60の出射光は図4(ロ)に示す信号で強度変調されることになる。この第1発振器66の正弦波信号は、発光装置60を変調するための設定周期に基準信号となる。従って、第1発振器66及びパルス発振器67は、発光装置60を強度変調する変調装置AMとして機能する。

【0017】尚、パルス発振器67のパルス信号のピーク値は、第1発振回路66の正弦波信号の振幅より十分大きく、パルス信号による変調強度が正弦波信号による変調強度より大としてある。又、パルス発振器67は、第1発振器66からの同期信号によってパルス発振するので、図4(ロ)に示すようにパルス信号と正弦波信号の同期がとれしており、パルス信号の信号幅を正弦波の周期に一致させてあるので、両信号が滑らかにつながっている。

【0018】受光素子62の検出信号は、図4(ロ)に示す信号に対して作業車Vまでの距離に応じて位相が異なる信号となっており、以下に説明する2系統で処理される。一方の処理系統は、比較信号レベルが正弦波信号のレベルより高い値に設定してあるコンパレータ68に入力されて、パルス信号のみが検出され、計時手段としてのタイマ69に入力される。このタイマ69には、パルス発振器67の出力信号も入力され、タイマ69は、パルス発振器67からパルス信号が入力されると共に計時を開始し、コンパレータ68からパルス信号が入力されるまでの計時時間tを演算装置70へ出力する。上記パルス信号の繰り返し周期は、作業車Vまでの距離として想定している最大距離を光が往復する時間より長くなるように設定してあるので、演算装置70は、上記の計時時間から、上述の如く絶対的な距離情報D' (= t × c/2)を求める(cは光の速さ)。

【0019】他方の処理系統は、正弦波信号のレベルよりわずかに高い信号レベルを最大信号範囲とするアンプ71に入力され、パルス信号がクランプされた状態で出力される。アンプ71の出力信号は、第1発振器67と数MHz～十数MHz程度発振周波数が異なる正弦波信号を発振する第2発振器72の出力信号と混合され、その結果生じたビート信号がコンパレータ73にて矩形波に変換されて、タイマ74に入力される。タイマ74には、第1発振器66の出力信号と第2発振器72の出力信号を混合して生じたビート信号をコンパレータ75にて矩形波に変換した信号も入力されており、タイマ74は、コンパレータ75からパルス信号が入力されると共に計時を開始し、コンパレータ73からパルス信号が入力されるまでの計時時間Tを演算装置70へ出力する。すなわち、第2発振器72、コンパレータ73、75及びタイマ74を主要部として、受光素子62の検出信号

と第1発振器66の出力信号(基準信号)との位相差を、ヘテロダイン検波により検出する位相差検出手段F Dが構成されている。

【0020】演算装置70は、この計時時間Tから、第1発振器66の正弦波と、受光素子62の検出信号に含まれる正弦波信号との位相差を求め、その位相差に対応する距離μ₁に換算し、上記の絶対的な距離情報D' とから、測距対象である作業車V(厳密には回帰反射体53)までの距離を求める。従って、演算装置70は、測距対象までの距離を演算する距離演算手段DDとして機能する。つまり、第1発振器66の正弦波の波長を入₁として、D' / (λ₁ / 2) + 1/2の整数部分として上記(1)式のn₁を求め、(1)式によって移動車Vまでの距離を求める。

【0021】従って、レーザ測位装置40は、測距対象(作業車V)に向けてパルス状の光線を投射する第1測距用光源FLとしての機能と、測距対象に向けて設定周期の基準信号にて変調された光線を投射する第2測距用光源SLとしての機能とを、单一の発光装置60にて兼用構成される状態で、兼ね備えて構成されている。演算装置70は、上記の如くして求めた作業車Vまでの距離と、反射鏡64の回転角を検出するロータリエンコーダ65の出力信号によって求めたビーム光の投射方位(図5におけるα)とから、作業車Vの圃場Fにおける水平面内の位置情報を求めて、SS無線装置52にて作業車Vに送信する。

【0022】次に、作業車Vの構成について説明する。図2及び図6に示すように、車体5の後部側のミッションケース25に、3点リンク機構を構成する上下揺動自在なトップリンク26と左右一対のロアリンク27とが支持され、それらのリンク26、27を介して、ロータリーアーム6が着脱自在に、且つ昇降及び傾斜自在に連結されている。耕耘装置6には、機体後部の駆動軸28から動力が伝達されて内部の耕耘爪が回転するようになっている。

【0023】ミッションケース25の上部に、昇降用油圧シリンダ13により上下に揺動駆動される左右一対のリフトアーム29が備えられ、この一対のリフトアーム29とロアリンク27とが、リフトロッド36及び複動型の傾斜用油圧シリンダ23を介して連結されている。ここで、昇降用油圧シリンダ13を作動させて耕耘装置6の車体5に対する昇降位置を変更することができ、傾斜用油圧シリンダ23を作動させて耕耘装置6の車体5に対する傾き(リフトロッド36との連結点周囲での機体横幅方向への傾き)を変更することができる。一方のロアリンク27の基端部に、耕耘装置6の車体5に対する昇降位置をロアリンク27の揺動角度として検出するポテンショメータ利用の昇降位置検出センサS1が設けられ、又、耕耘装置6の車体5に対する機体横幅方向での傾きを傾斜用油圧シリンダ23の伸縮量として検出

るストロークセンサS 2が設けられている。

【0024】図7及び図8にも示すように、前記3点リンク機構の後端側に背面視略A字形の連結フレーム37が連結され、この連結フレーム37の上部にフック38を取り付けるとともに、耕耘装置6の上部に設けた連結アーム39に、上記フック38に係合する係合ピン39aを固設してある。連結フレーム37の上端には、支持アーム51を支持する支持筒37aの下端部が固定されている。又、連結フレーム37の下部に、横向きに架設固定した連結ピン46aを備えた連結部46を取り付けるとともに、連結アーム39の下方側に上記連結ピン46aに係合する凹部47aを備えた左右一対の板状係合部材47を固設してある。これにより、連結アーム39側の係合ピン39aを連結フレーム37側のフック38に係合させた状態で、リフトアーム29を上方に揺動させて耕耘装置6を吊り上げると、連結アーム39側の凹部47aが連結フレーム37側の連結ピン46aに係合し、ロック部材48にて上記連結ピン46aの凹部47aへの係合状態の外れを阻止するようになっている。つまり、耕耘装置6に代えて他の作業部を作業車Vに付設することができる。

【0025】図1に示すように、車体5に備えた左右一対の前輪3及び後輪4は、左右を一対として各別に操向操作自在に構成され、ステアリング用の油圧シリンダ7, 8と、電磁操作式の制御弁9, 10とが設けられている。つまり、前輪3のみを操向する2輪ステアリング形式、前後輪3, 4を逆位相で且つ同角度に操向する4輪ステアリング形式の2種類のステアリング形式を選択使用できる。尚、各作業行程Lに沿っての直進走行時には、前輪3のみを操向する2輪ステアリング形式で行う。

【0026】図1中、Eはエンジン、11はエンジンEからの出力を変速して前後輪3, 4の夫々を同時に駆動する油圧式無段変速装置、12はその変速操作用の電動モータ、13は前記昇降用油圧シリンダ、14はその制御弁、23は前記傾斜用油圧シリンダ、24はその制御弁、15はエンジンEから耕耘装置6への駆動を断続する電磁操作式の耕耘用クラッチである。16は、作業車Vの走行並びに耕耘装置6の作動等を制御するマイクロコンピュータ利用の制御装置であって、前記昇降位置検出センサS1、前記ストロークセンサS2及び後述の各種センサによる検出情報や予め記憶された作業データに基づいて、変速用モータ12、各制御弁9, 10, 14, 24、耕耘用クラッチ15等を作動させる。

【0027】作業車Vに装備されるセンサ類として、図1に示すように、前後輪3, 4夫々の操向角を検出するポテンショメータ利用の操向角検出センサR1, R2と、変速装置11の変速状態に基づいて間接的に前後進状態及び車速を検出するポテンショメータ利用の車速センサR3と、変速装置11の出力軸の回転数を計数して

走行距離を検出するためのエンコーダS3と、車体方位を検出する地磁気方位センサS4とが設けられている。

【0028】作業車Vの制御装置16には、上記各種のセンサ類の他に、スペクトラム拡散方式の無線装置であるSS無線装置50と受光器54とが接続され、SS無線装置50との通信相手として、レーザ測位装置40に接続されたSS無線装置52が設置されている。受光器54は、図3に示すように、受光パネル54aが支持部54bの表裏両面に取り付けられて構成されている。受光パネル54aは、多数の受光素子が上下方向に配列されて構成され、高さ方向で受光位置が検出可能となっており、レーザ測位装置40のビーム光の投射高さが一定であるので、そのビーム光が受光パネル54aのどの位置に当たるかによって耕耘装置6の絶対的な高さを検出できる。

【0029】上記のようにして作業車Vに送信された作業車Vの水平面内における位置情報は、図5に示すように、作業車Vが圃場Fの作業行程Lに沿って走行するのに利用され、具体的には、水平面内の位置情報として記憶されている作業行程Lと、実際に検出した水平面内における位置情報との偏差が、設定範囲内に収まるよう、ステアリング制御のための制御弁9, 10が制御される。

【0030】このような操向制御によって、作業車Vは、図5で最右端側に位置する最初の作業行程Lのスタート地点S_tから走行開始して、2輪ステアリングで各行程に沿って直進走行するとともに、各作業行程Lの終端部から隣接する作業行程Lの始端部に向けて、終端地点eから所定距離直進走行してから180度の旋回動作を開始し、所定の旋回区間gを経て旋回動作の終点fに至る経路e～fを所望の回向軌跡とする回向パターンで、4輪ステアリングにて回向動作し、回向後は、逆方向に走行する往復走行を繰り返して、圃場Fの全範囲を走行する。そして、各作業行程Lにおける適正作業箇所において、耕耘装置6の絶対的な高さが設定高さを維持するよう、耕耘装置6の高さ情報に基づいて、昇降用油圧シリンダ13の制御弁14が制御される。

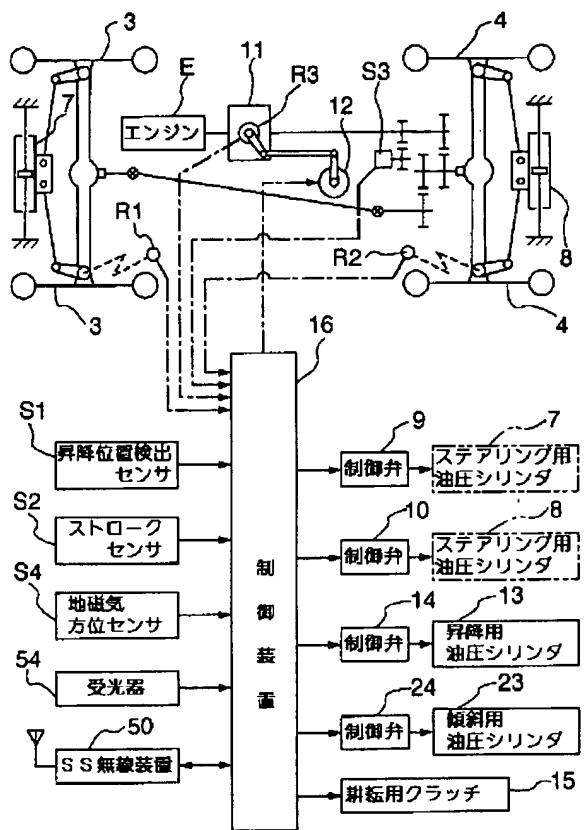
【0031】〔別実施形態〕以下、本発明の別実施形態を列記する。

① 上記実施の形態では、位相差検出手段FDは、第2発振器72を用いてヘテロダイン検波する構成を採っているが、受光素子62の検出信号と、第1発振器66の出力信号とを位相計にて直接比較する構成としても良い。

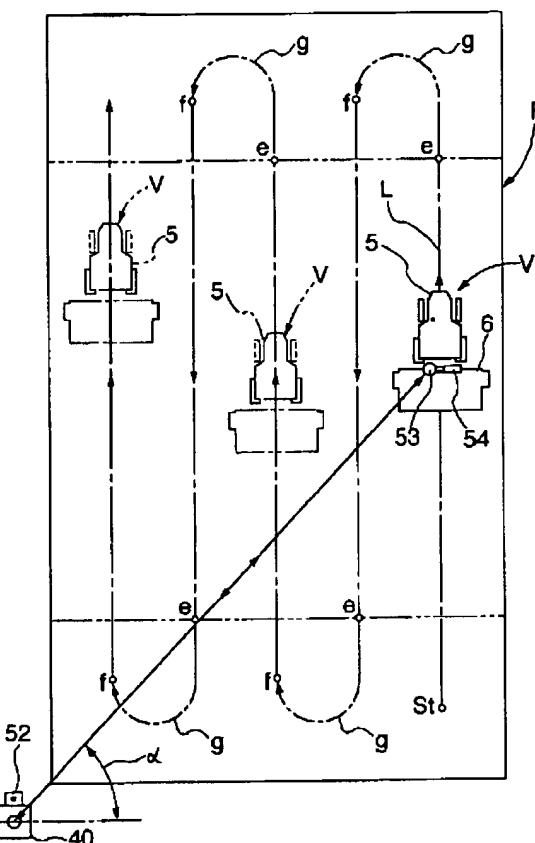
② 上記実施の形態では、第1測距用光源FLと第2測距用光源SLとを单一の発光装置60を備えて兼用構成されているが、光源及び受光手段等を完全に独立に備えても良い。

③ 上記実施の形態では、発光装置60として半導体レーザ素子LDを採用しているが、発光ダイオード等の他

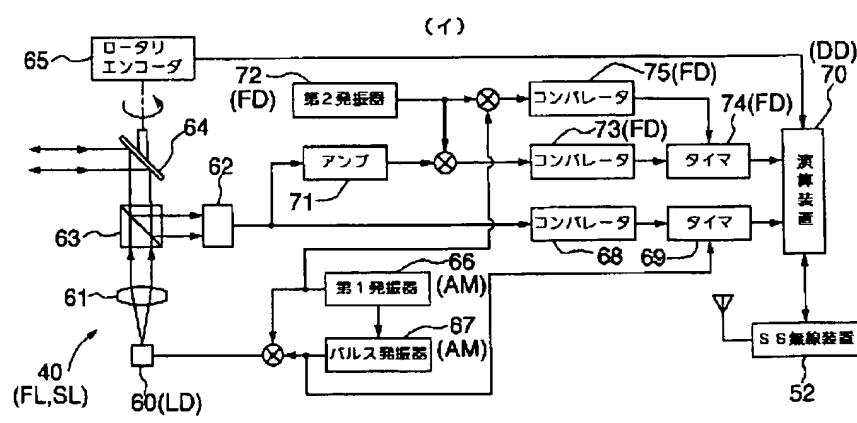
【図1】



【図5】



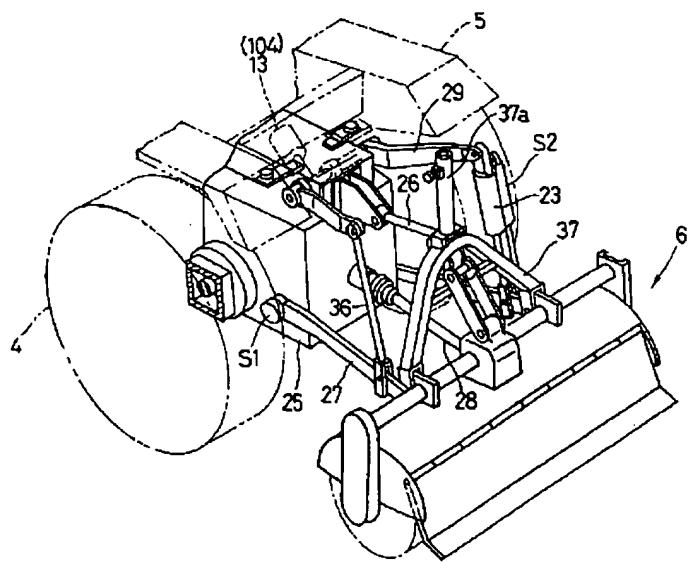
【図4】



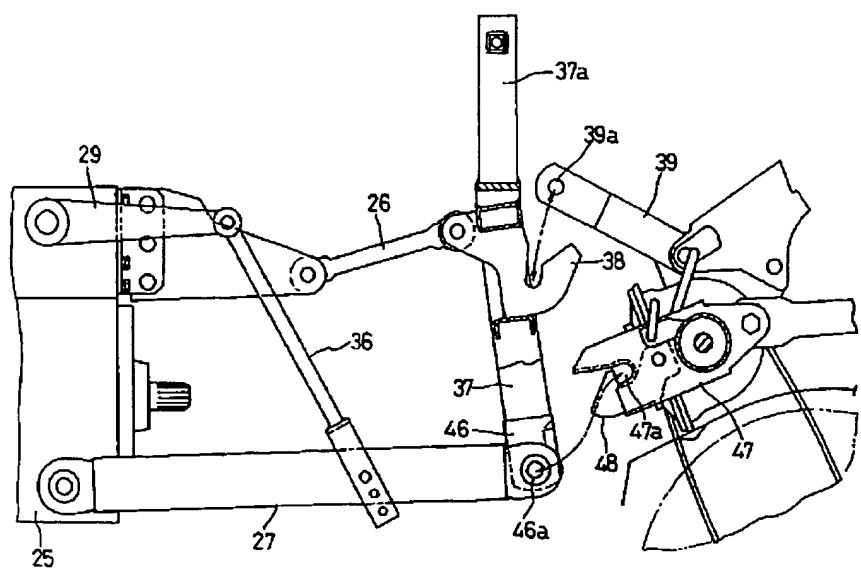
(ロ)



【図6】



【図7】



【図8】

